

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-223274

(43)Date of publication of application : 30.08.1996

(51)Int.Cl.

H04M 1/60  
H04M 9/08  
H04R 3/02

(21)Application number : 07-027178

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

(22)Date of filing : 15.02.1995

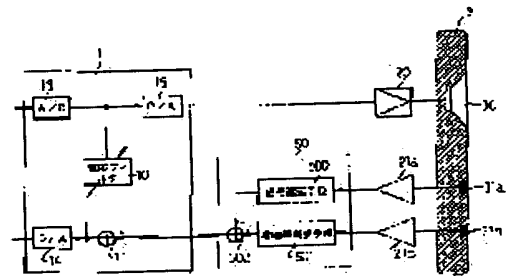
(72)Inventor : FUKUSHIMA MINORU  
TAKEYAMA HIROAKI  
MIYAJI NOBUAKI  
TAKURA TAKAKO

## (54) HAND-FREE TALKING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To effectively suppress howling and to realize a hand-free talking device with high sound quality inexpensively.

CONSTITUTION: The device is made up of a speaker 30, plural microphones 31a, 31b arranged in the same case 3 with a different distance from the speaker 30, transmission signal amplifier means 21a, 21b provided corresponding to the microphones 31a, 31b and amplifying an output signal from the microphones 31a, 31b respectively, a direct coupling suppression processing section 50 suppressing a direct coupling component of a reception signal included in a transmission signal based on the output signal from the transmission signal amplifier means 21a, 21b, and an acoustic coupling suppression processing section 1 suppressing the acoustic coupling component of the reception signal included in the transmission signal with an adaptive filter.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-223274

(43) 公開日 平成8年(1996)8月30日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 M	1/60		H 0 4 M	1/60
	9/08			9/08
H 0 4 R	3/02		H 0 4 R	3/02

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-27178

(22) 出願日 平成7年(1995)2月15日

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 福島 実

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

(72) 発明者 竹山 博昭

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

(72) 発明者 宮地 伸明

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

(74) 代理人 弁理士 中井 宏行

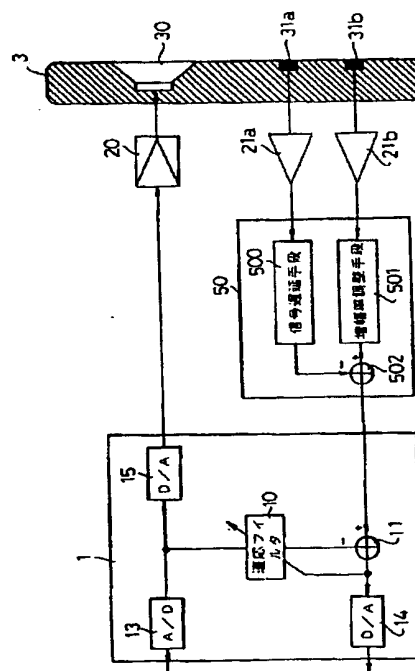
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハンズフリー通話装置

## (57) 【要約】

【目的】 効果的にハウリングを抑圧することができ、また、通話品質の高いハンズフリー通話装置を安価に提供することを目的とする。

【構成】 スピーカ30と、スピーカ30からの距離が異なるように同一筐体3内に配置された複数のマイクロフォン31a、31bと、各マイクロフォン31a、31bに対応して設けられ、各マイクロフォン31a、31bからの出力信号をそれぞれ増幅する送話信号増幅手段21a、21bと、上記送話信号増幅手段21a、21bの出力信号に基づいて、送話信号に含まれる受話信号の直接結合成分を抑圧する直接結合抑圧処理部50と、送話信号に含まれる受話信号の音響結合成分を適応フィルタにより抑圧する音響結合抑圧処理部1とにより構成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 受話信号を音声へ変換して出力するスピーカと、送話信号を電気信号へ変換して出力するマイクロフォンが同一筐体内に取り付けられ、スピーカからマイクロフォンへ至る音響結合成分を適応フィルタにより抑圧する音響結合抑圧処理部を備えた通話装置において、上記マイクロフォンが、上記スピーカからの距離が異なるように配置された複数のマイクロフォンで構成され、上記の各マイクロフォンに対応して設けられ、各マイクロフォンからの出力信号をそれぞれ増幅する送話信号増幅手段と、  
上記スピーカへの入力信号を増幅する受話信号増幅手段とを備え、  
送話信号に含まれ、スピーカを介してマイクロフォンへ直接的に回り込む音声成分を、上記送話信号増幅手段の出力信号に基づいて抑圧する直接結合抑圧処理部を上記音響結合抑圧処理部の前段に設けたことを特徴とするハンズフリー通話装置。

【請求項 2】 上記マイクロフォンが、上記スピーカに近い位置に配置された第一のマイクロフォンと上記スピーカから遠い位置に配置された第二のマイクロフォンで構成され、  
上記送話信号増幅手段が、第一のマイクロフォンの出力信号を増幅する第一の送話信号増幅手段と第二のマイクロフォンの出力信号を増幅する第二の送話信号増幅手段で構成され、  
上記直接結合抑圧処理部が、上記第一の送話信号増幅手段の出力信号を遅延させる信号遅延手段と、上記第二の送話信号増幅手段の増幅率を調整する増幅率調整手段と、  
これらの信号の差分を求める演算処理手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のハンズフリー通話装置。

【請求項 3】 上記マイクロフォンが、上記スピーカに近い位置に配置された第一のマイクロフォンと上記スピーカから遠い位置に配置された第二のマイクロフォンで構成され、  
上記送話信号増幅手段が、第一のマイクロフォンの出力信号を増幅する第一の送話信号増幅手段と第二のマイクロフォンの出力信号を増幅する第二の送話信号増幅手段で構成され、  
上記直接結合抑圧処理部が、上記第一の送話信号増幅手段の出力信号と予め同定されたスピーカから直接的に各マイクロフォンへ至る音響直接伝搬系の伝達関数の比を表す伝達関数とを畳み込み演算するフィルタと、  
上記フィルタの出力信号と上記第二の送話信号増幅手段の出力信号との差分を求める演算処理手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のハンズフリー通話装置。

【請求項 4】 上記直接結合抑圧処理部の出力に、送話信号に

生じた発話音声成分の歪みを補正する歪み補正手段を設けたことを特徴とする請求項 1 から 3 に記載のハンズフリー通話装置。

【請求項 5】 上記マイクロフォンが、3 個以上のマイクロフォンにより構成され、  
上記直接結合抑圧処理部が、上記送話信号増幅手段の出力信号の総和を求める演算処理手段により構成されることを特徴とする請求項 1 に記載のハンズフリー通話装置。

10 【請求項 6】 上記直接結合抑圧処理部の出力に、出力された送話信号の、送信すべき帯域として予め定められた、所定の周波数成分のみを選択的に通過させるフィルタを設けたことを特徴とする請求項 1 から 5 に記載のハンズフリー通話装置。

【請求項 7】 上記の各送話信号増幅手段の出力に、出力された送話信号の、送信すべき帯域として予め定められた、所定の周波数成分のみを選択的に通過させるフィルタをそれぞれ設けたことを特徴とする請求項 1 から 5 に記載のハンズフリー通話装置。

20 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、インターホン、電話機等を使用される通話装置に係り、更に詳しくは、ハウリング発生防止の機能を有するハンズフリー型拡声通話装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 スピーカ及びマイクロフォンを備えた通話装置は、通話音量を上げると、スピーカより発せられた音声信号の一部がマイクロフォンへフィードバックされて、ハウリングと呼ばれる発振現象が生じる。特に、ハンズフリー通話装置は、通話者との距離に比べ、受話用スピーカと送話用マイクロフォンとの距離が短いため、ハウリングが発生し易いという問題があった。

【0003】 この様なハウリングの発生を抑圧する従来のハンズフリー通話装置の構成を図 15 に示す。このハンズフリー通話装置は、同一筐体 3 内に取り付けられたスピーカ 30 及び 1 個のマイクロフォン 31 と、受話信号を増幅してスピーカ 30 へ出力する増幅手段 20 と、マイクロフォン 31 の出力する送話信号を増幅する増幅手段 21 と、音響結合抑圧処理部 1 とにより構成される。

【0004】 この音響結合抑圧処理部 1 は入力信号をデジタル信号へ変換する A/D 変換器 12、13 と、出力信号をアナログ信号へ変換する D/A 変換器 14、15 と、適応フィルタ 10 と、減算処理手段 11 とにより構成される。上記適応フィルタ 10 は、音響伝搬系の伝達関数を同定し、デジタル信号に変換された受話信号と上記同定された伝達関数とを畳み込み演算を行うことにより送話信号中の音響結合成分を求める。

50 【0005】 ここで、音響伝搬系の伝達関数とは、受話

3  
信号が D/A 変換器 15、増幅手段 20、スピーカ 30、マイクロフォン 31、増幅手段 21、A/D 変換器 12 を介して、伝達される系の伝達関数をいい、この伝達関数には、スピーカから発せられた音声が発射することなく直接的にマイクロフォンへ伝搬した場合の直接結合成分によるものと、スピーカから発せられた音声が発射物により反射されて間接的にマイクロフォンへ伝搬した場合の間接結合成分によるものが含まれる。

【0006】上記減算処理手段 11 は、デジタル信号に変換された送話信号と上記適応フィルタ 10 の出力信号との差分を求めることにより、送話信号から音響結合成分を抑圧する。この通話装置を用いることによって、受話信号から送話信号へのフィードバックを防止でき、ハウリング発生を抑制することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の通話装置においては、スピーカから発せられた音声が発射する反射物の有無や反射条件の時間的変化により、スピーカからマイクロフォンへ至る音響伝搬系が急激に変化するような場合、適応フィルタの全ての係数を高速に更新させる必要があるため、動作が不安定となり易く、また、高価なフィルタ及びその周辺回路を使用しなければ処理できないという問題点があった。

【0008】本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、比較的安価なハードウェアにより、効果的にハウリングを抑圧することができるハンズフリー通話装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、受話信号を音声へ変換して出力するスピーカと、上記スピーカからの距離が異なるように上記スピーカと同一筐体内に配置され、送話音声を電気信号へ変換して出力する複数のマイクロフォンと、上記の各マイクロフォンに対応して設けられ、各マイクロフォンからの出力信号をそれぞれ増幅する送話信号増幅手段と、上記送話信号増幅手段の出力信号に基づいて、送話信号に含まれる受話信号の直接結合成分を抑圧する直接結合抑圧処理部と、送話信号に含まれる受話信号の音響結合成分を適応フィルタにより抑圧する音響結合抑圧処理部とにより構成される。

【0010】請求項 2 に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、請求項 1 に記載のハンズフリー通話装置の上記マイクロフォンが、2 個のマイクロフォン、即ち、上記スピーカに近い位置に配置された第一のマイクロフォンと上記スピーカから遠い位置に配置された第二のマイクロフォンで構成され、上記送話信号増幅手段が、2 個の送話信号増幅手段、即ち、第一のマイクロフォンの出力信号を増幅する第一の送話信号増幅手段と第二のマイクロフォンの出力信号を増幅する第二の送話信号増幅手段で構成され、上記直接結合抑圧処理部が、上

記第一の送話信号増幅手段の出力信号を遅延させる信号遅延手段と、上記第二の送話信号増幅手段の増幅率を調整する増幅率調整手段と、これらの信号の差分を求める演算処理手段とにより構成される。

【0011】請求項 3 に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、請求項 1 に記載のハンズフリー通話装置の上記マイクロフォンが、2 個のマイクロフォン、即ち、上記スピーカに近い位置に配置された第一のマイクロフォンと上記スピーカから遠い位置に配置された第二のマイクロフォンで構成され、上記送話信号増幅手段が、2 個の送話信号増幅手段、即ち、第一のマイクロフォンの出力信号を増幅する第一の送話信号増幅手段と第二のマイクロフォンの出力信号を増幅する第二の送話信号増幅手段で構成され、上記直接結合抑圧処理部が、上記第一の送話信号増幅手段の出力信号及び予め同定されたスピーカから直接的に各マイクロフォンへ至る音響直接伝搬系の伝達関数の比を表す伝達関数を畳み込み演算するフィルタと、上記フィルタの出力信号と上記第二の送話信号増幅手段の出力信号との差分を求める演算処理手段とにより構成される。

【0012】請求項 4 に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、請求項 1 から 3 に記載のハンズフリー通話装置の上記直接結合抑圧処理部の出力に、送話信号に生じた歪みを補正する歪み補正手段を設けて構成される。請求項 5 に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、請求項 1 に記載のハンズフリー通話装置の上記マイクロフォンが、3 個以上のマイクロフォンで構成され、上記直接結合抑圧処理部は、上記送話信号増幅手段の出力信号の総和を求める演算処理手段により構成される。

【0013】請求項 6 に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、請求項 1 から 5 に記載のハンズフリー通話装置の上記直接結合抑圧処理部の出力に、出力された送話信号の、送信すべき帯域として予め定められた、所定の周波数成分のみを選択的に通過させるフィルタを設けて構成される。請求項 7 に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、請求項 1 から 5 に記載のハンズフリー通話装置の各送話信号増幅手段の出力に、出力された送話信号の、送信すべき帯域として予め定められた、所定の周波数成分のみを選択的に通過させるフィルタをそれぞれ設けて構成される。

【0014】

【作用】請求項 1 に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、スピーカからの距離が異なるように配置された複数のマイクロフォンが、スピーカから各マイクロフォンへ至る音響結合による音声を含む送話音声を電気信号へ変換し、この電気信号が各マイクロフォンに対応して設けられた送話信号増幅手段により増幅される。直接結合抑圧処理部では、これらの増幅された送話信号に基づいて、送話信号に含まれる音響結合成分の直接結合成分が抑圧された後に、更に、音響結合抑圧処理部が適

用フィルタにより送話信号に含まれる音響結合成分を抑圧する。

【0015】請求項2に記載した本発明によるハンズフリー通話装置の直接結合抑圧処理部は、遅延手段により上記送話信号の直接結合成分を同位相とし、増幅率調整手段により上記送話信号の直接結合成分を同振幅とした後に、演算手段により差分を求めて送話信号に含まれる直接結合成分を抑圧する。請求項3に記載した本発明によるハンズフリー通話装置の直接結合抑圧処理部は、フィルタが一方の送話信号と予め同定されたスピーカから直接的に各マイクロフォンへ至る音響直接伝搬系の伝達関数の比を表す伝達関数とを畳み込み演算した後に、フィルタの出力信号と他方の送話信号との差分を演算処理手段により求めて送話信号に含まれる直接結合成分を抑圧する。

【0016】請求項4に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、直接結合抑圧処理部の出力する送話信号の発話信号成分に生じた歪を補正する。請求項5に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、3個以上のマイクロフォンが、スピーカからマイクロフォンへ至る音響結合による音声を含む送話音声を電気信号へ変換し、この電気信号が各マイクロフォンに対応して設けられた送話信号増幅手段により増幅される。演算処理手段がこれらの増幅された送話信号の総和を求めた後に、更に、音響結合抑圧処理部が総和により得られた信号に含まれる音響結合成分を適用フィルタにより抑圧する。

【0017】請求項6に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、直接結合抑圧処理部の出力する送話信号の所定の周波数成分のみをフィルタにより選択して音響結合抑圧処理部へ入力する。請求項7に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、各送話信号増幅手段に対応して設けられたフィルタにより、各送話信号増幅手段の出力する送話信号の所定の周波数成分のみを選択して直接結合抑圧処理部へ入力する。

【0018】ここで、音響結合成分には、送話信号に含まれる直接結合成分と間接結合成分の双方が含まれ、直接結合成分または音響結合成分の抑圧とは、直接結合成分または音響結合成分を完全に除去する場合のみならず、直接結合成分または音響結合成分を減衰させる場合も含む。

【0019】

【実施例】請求項1及び2に記載した本発明によるハンズフリー通話装置の一構成例を図1に示す。このハンズフリー通話装置は、筐体3に取り付けられたスピーカ30、第一のマイクロフォン31a及び第二のマイクロフォン31bと、受話信号を増幅してスピーカ30へ出力する増幅手段20と、マイクロフォン31a、31bの出力する送話信号をそれぞれ増幅する第一の送話信号増幅手段21a及び第一の送話信号増幅手段21bと、直接結合抑圧処理部50と、音響結合抑圧処理部1とによ

り構成される。

【0020】上記音響結合抑圧処理部1は、従来の通話装置の構成と同様、入力信号をデジタル信号へ変換するA/D変換器13と、出力信号をアナログ信号へ変換するD/A変換器14、15と、適応フィルタ10と、減算処理手段11とにより構成され、上記適応フィルタ10は、音響伝搬系の伝達関数を同定し、デジタル信号に変換された送話信号と、デジタル信号に変換された受話信号と、上記同定された伝達関数とを畳み込み演算を行うことにより送話信号中の音響結合成分を求める。

【0021】マイクロフォン31a、31bは、スピーカ30の中心からの距離が異なるように配置され、それぞれの出力信号は、送話信号増幅手段21a、21bにより増幅されて、直接結合抑圧処理部50へ入力される。上記直接結合抑圧処理部50は、第一の送話信号増幅手段21aの出力信号を遅延させる信号遅延手段500と、第二の送話信号増幅手段21bの出力信号の増幅率を調整する増幅率調整手段501と、信号遅延手段500及び増幅率調整手段501の出力信号の差分を求める演算処理手段502とにより構成される。

【0022】信号遅延手段500は、第一のマイクロフォン31aが出力する送話信号を遅延させることにより、この送話信号に含まれる直接結合成分の位相を、第二のマイクロフォン31bが出力する送話信号に含まれる直接結合成分の位相と一致させる。また、増幅率調整手段501は、第二のマイクロフォン31bが出力する送話信号の増幅率を調整することにより、この送話信号に含まれる直接結合成分の振幅を、第一のマイクロフォン31aが出力する送話信号に含まれる直接結合成分の振幅と一致させる。

【0023】そして、演算処理手段502が、これらの送話信号の差分を求めることにより送話信号に含まれていた直接結合成分を除去する。図2に、このハンズフリー通話装置の筐体3の外観の一例を示す。この筐体3には、スピーカ30、マイクロフォン31a、31bが取り付けられており、スピーカ30の中心からマイクロフォン31a、31bまでの距離は、それぞれL1、L2である。

【0024】このスピーカ30から発せられた音波は、スピーカ30からの距離に比例して振幅が減衰し、また、スピーカ30からの距離に比例して位相が遅れるため、各マイクロフォンの出力する送話信号に含まれる直接結合成分は位相及び振幅がスピーカ30からの距離に比例して異なることになる。一方、スピーカ30からマイクロフォン31a、31bまでの距離に比べ、通話者や反射物からマイクロフォン31a、31bまでの距離は十分に長いため、各マイクロフォンの出力する送話信号に含まれる通話者の発する音声の位相及び振幅は等しくなる。

【0025】このため、2個のマイクロフォン31a、

7

31b及び送話信号増幅手段21a、21bの特性が等しいならば、信号遅延手段500の遅延時間 $\tau$ 及び増幅\*

$$\tau = (L2 - L1) / c$$

$$\alpha = L2 / L1$$

と表される。ただし、 $c$ は音速を表す。この様な処理により、直接結合抑圧処理部50により直接結合成分を抑圧することができるため、音響結合処理部1は、主として間接結合成分を抑圧することになる。

【0026】ここで、適応フィルタ10は、送話信号に※

$$W(k+1) = W(k) + 2\mu e X(k)$$

と表される。ここで、 $W(k)$ はサンプル時刻 $k$ におけるフィルタの係数ベクトル、 $X(k)$ はサンプル時刻 $k$ におけるフィルタの入力ベクトル、 $\mu$ は0~1の数として決められるステップサイズであり、 $e$ は誤差信号である。

【0027】従って、この適応フィルタ10を間接結合成分のみを同定するために使用した場合は、直接結合成分を含む音響結合成分全体を同定するために使用する従来の場合に比べ、次数を減少させることができる。その結果、ハードウェアに求められる演算処理速度を緩和することができ、比較的安価なハードウェアにより、効果的にハウリングを抑圧することができる。

【0028】ここで、通常のハンズフリー通話装置の場合、送話信号に含まれる直接結合成分と間接結合成分との比は10:1程度であり、直接結合成分が支配的である。このため、直接結合抑圧部により直接結合成分を十分に抑圧することができれば、効果的にハウリングを抑圧することができ、周囲の環境等の変化により間接結合成分が変動した場合であってもハウリングの発生を防止することができ、安定した通話を行うことができる。

【0029】請求項3に記載した本発明によるハンズフリー通話装置の一構成例を図3に示す。このハンズフリー通話装置は、直接結合処理部51が、送話信号をデジタル信号へ変換するA/D変換器510、511と、フィルタ512と、演算処理手段513とにより構成される。フィルタ512は、デジタル変換後の上記第一の送話信号増幅手段21aの出力信号と所定の伝達関数との畳み込み演算を行い、演算処理手段513がフィルタ512の出力信号とデジタル変換後の上記第二の送話信号増幅手段21bの出力信号との差分を求めて、送話信号に含まれた直接結合成分を抑圧する。

【0030】上記フィルタ512は、その係数が、予め同定されたスピーカ30から直接的に各マイクロフォン31a、31bへ至る音響直接伝搬系の伝達関数の比を表す伝達関数に基づいて、直接結合成分の抑圧量が最大となるように決定されるが、直接結合成分は、間接結合成分とは異なり、反射物の有無や反射条件の時間的変化の影響を受けないため、この係数は固定値とすることができる。

【0031】従って、音響伝搬系の変化しない直接結合

8

\*率調整手段501の増幅率 $\alpha$ は、

$$(1)$$

$$(2)$$

※含まれる音響結合成分を最小化する様に、その係数を更新する。そのアルゴリズムとして、例えば、最小2乗法に基づくLMSアルゴリズムを採用した場合、フィルタの係数は、

$$(3)$$

成分については、直接結合抑圧処理部51のフィルタ513により抑圧することができるため、音響結合抑圧処理部1の適応フィルタ10は主として、周囲の環境等により音響伝搬系の変化する間接結合成分を抑圧する。なお、直接結合抑圧処理部51及び音響結合抑圧処理部1は、ともにデジタル処理であるため、DSPにより実現することができる。

【0032】このフィルタ512の係数を同定するための構成の一例を図4及び図5に示す。図4に示した同定方法は、工場において予め同定する工場対応型の場合であり、図5に示した同定方法は、通話装置が所定の位置に設置された後に同定する現場対応型の場合である。工場対応型の場合、通話機端末を回線系に接続せず、信号源として白色雑音発振器6を受話信号増幅手段20に接続し、演算処理手段513の出力信号 $e$ が適応フィルタとして構成されるフィルタ512へ接続される。また、マイクロフォン31a、31bが間接結合成分を收音しないように、周囲に反射物のない状態とした後に、信号 $e$ を最小化するアルゴリズムを用いて、フィルタ512の係数の同定を行う。

【0033】現場対応型の場合、通話モードと係数同定モードとを切り換えるためのスイッチング手段S1、S2が設けられて構成される。通話モード時には、スイッチング手段S1はa側に接続され、スイッチング手段S1はオフ状態とされ、図3に示した構成と同様の構成となる。一方、係数同定モード時には、スイッチング手段S1はb側に接続されて白色雑音発振器6がD/A変換器15へ接続され、スイッチング手段S1はオン状態とされて信号 $e$ が適応フィルタとして構成されるフィルタ512へ接続される。係数同定モード時における、フィルタ512の係数の同定方法は、工場対応型の場合と同様である。

【0034】なお、直接結合抑圧処理部51、音響結合抑圧処理部1がDSPにより実現される場合は、スイッチング手段S1、S2は、DSP制御用プログラムの命令によりソフト的なスイッチとして実現することができる。請求項4に記載した本発明によるハンズフリー通話装置の一構成例を図6に示す。このハンズフリー通話装置は、上記直接結合抑圧処理部51の出力に、送話信号に含まれる発話音声、即ち、通話者の音声の成分を補正

するための歪み補正用フィルタ8が設けられ、上記歪み補正用フィルタ8の出力信号が音響結合抑圧部1へ入力される。

【0035】上述した通り、発話音声が入る2つのマイクロフォン31a、31bの位置に生じる音圧は同位相、かつ、同振幅となる。この音圧を $P_s$ とし、2つのマイクロフォン31aと31b、及び、2つの信号増幅器手段21aと21bの特性がそれぞれ等しく、マイクロフォン及び送話信号増幅手段及びA/D変換器全体の伝達関数を $H$ とし、フィルタの伝達関数を $W_d$ とすると、直接結合抑圧処理部51の出力信号に含まれる発話音声成分は、 $H(1-W_d)P_s$ となる。

【0036】上記伝達関数 $H$ の周波数特性は、通話帯域において振幅はほぼ一定、位相は直線的な遅れ特性であるため、 $H$ は単なる遅延要素とみなすことができる。しかし、伝達関数 $W_d$ の周波数特性は、スピーカの形状及び大きさ、通話装置の筐体の形状及び大きさ、並びに、スピーカとマイクロフォンの配置等により決定されるものであるため、一般には通話帯域においても複雑である。即ち、 $(1-W_d)$ は単なる遅延特性ではない。

【0037】従って、直接結合抑圧処理部51により発話音声成分に歪を生じることになる。上記歪み補正フィルタ8は、この歪を補正するためのフィルタであり、本実施例においては、デジタルフィルタとして構成されるが、簡易的にアナログ素子により構成することもできる。請求項5に記載した本発明によるハンズフリー通話装置の一構成例を図7に示す。このハンズフリー通話装置は、筐体3に取り付けられたスピーカ30及び3個以上のマイクロフォン31a~31nと、受話信号を増幅してスピーカ30へ出力する増幅手段20と、マイクロフォン31a~31nの出力する送話信号をそれぞれ増幅する送話信号増幅手段21a~21nと、演算処理手段520により構成される直接結合抑圧処理部52と、音響結合抑圧処理部1とにより構成される。

【0038】上記の各マイクロフォン31a~31nは、スピーカ30の中心からの距離が異なるように配置され、それぞれの出力信号は、送話信号増幅手段21a~21nにより増幅されて、演算処理手段520で加算され、音響結合処理部1へ入力される。音響抑圧処理部1は、上記の実施例と同様に構成される。

【0039】スピーカ30から各マイクロフォン31a~31nまでの距離が異なるため、各マイクロフォン31a~31nにより收音される音波の直接結合成分の位相は、各マイクロフォンによって異なる。一方、通話者や反射物からマイクロフォン31a~31nまでの距離は、スピーカ30からマイクロフォン31a~31nまでの距離に比べて十分に長いので、各マイクロフォン31a~31nの出力する送話信号に含まれる通話者の発する音声や間接結合成分の位相は等しくなる。

【0040】このため、各送話信号増幅手段21a~2

1nの出力信号を演算処理手段520により加算すると、その直接結合成分のみが互いに相殺されて減衰される一方、通話者の音声成分や間接結合成分は増幅される。このようにして、直接結合抑圧処理部52により直接結合成分を抑圧することができるため、音響結合処理部1は、主として間接結合成分を抑圧することになる。

【0041】なお、上記の各マイクロフォン31a~31nをスピーカ30の振動面の半径方向に一列に配置することにより、收音特性に指向性をもたせることもできる。特に、スピーカから発せられる音波が指向性を有する場合には、マイクロフォンを適切な位置に一列に配置して、收音特性に指向性をもたせることにより、より効果的に直接結合成分の除去が可能となる。

【0042】請求項6に記載した本発明によるハンズフリー通話装置の一構成例を図8に示す。このハンズフリー通話装置は、図3に示したハンズフリー通話装置の直接結合抑圧処理部51の出力にフィルタ7を設け、フィルタ7の出力信号を音響結合抑圧処理部1の入力となるように構成される。上記フィルタ7は、直接結合抑圧処理部51から出力された送話信号の、送信すべき帯域として予め定められた、所定の周波数成分のみを選択的に通過させるデジタル・フィルタであり、上記所定の通過帯域は、人間の音声帯域、スピーカの特性、通話帯域等を考慮して決定される。

【0043】上記フィルタ7により、必要な周波数成分以外の成分が音響結合抑圧処理部1へ入力されないため、適応フィルタ10が不要な周波数成分について上記伝達関数を同定する必要がなくなる。従って、同定誤差を小さくすることができ効果的に音響結合成分を抑圧することができる。また、マイクロフォンにより收音される音声信号以外の周囲雑音等も回線側へ伝送されなくなり、通話品質を向上させることができる。

【0044】請求項7に記載した本発明によるハンズフリー通話装置の一構成例を図9に示す。このハンズフリー通話装置は、図3に示した記載のハンズフリー通話装置の送話信号増幅手段21a、21bの出力にそれぞれフィルタ7a、7bを設け、フィルタ7a、7bの出力信号を直接結合抑圧処理部51の入力となるように構成される。

【0045】上記フィルタ7a、7bは、上記フィルタ7と同様、送話信号の、送信すべき帯域として予め定められた、所定の周波数成分のみを選択的に通過させるフィルタであり、アナログ・フィルタとして構成される。従って、上記フィルタ7と同様、適応フィルタ10の同定誤差を小さくすることができ効果的に音響結合成分を抑圧することができ、マイクロフォンにより收音される音声信号以外の周囲雑音等を除去して、通話品質を向上させることができる。

【0046】また、通常、A/D変換の前処理として、エリアシングを防止するためのローパスフィルタが必要



となるが、上記フィルタ 7 a、7 b の出力信号が、A/D 変換器 510、511 のサンプリング周波数  $f_s$  の半分、即ち、 $f_s/2$  以上の周波数成分を含まなければ、ローパスフィルタが不要となる。この様子を図 10

(a) ~ (e) に示す。図 10 (a) は、マイクロフォン 31 a、31 b の出力信号の周波数スペクトルの一例であり、図 10 (b) は、ローパスフィルタの周波数特性を示し、図 10 (d) は、フィルタ 7 a、7 b の周波数特性の一例を示す図である。

【0047】この場合の上記ローパスフィルタの出力信号を図 10 (c) に示し、フィルタ 7 a、7 b の出力信号を図 10 (e) に示す。図 10 (e) の周波数スペクトルに示すように、フィルタ 7 a、7 b の出力信号が、 $f_s/2$  以下の成分のみならば、フィルタ 7 a、7 b はエリアシング防止の機能を兼ね備えて、ローパスフィルタが不要となる。

【0048】本発明の効果を確認するための実験及びその結果について、以下に説明する。従来の方式を使用した場合の直接結合抑圧特性を図 11 に示し、本発明による方式を使用した場合の直接結合抑圧特性を図 12 に示す。また、図 11 の測定に使用した装置の構成を図 13 に示し、図 12 の測定に使用した装置の構成を図 14 に示す。

【0049】図 13 に示した従来の装置は、図 15 に示した装置と同一の構成であり、減算手段の出力信号に含まれる音響結合成分が最小となるようにフィルタの係数が適応更新された。一方、図 14 に示した本発明による装置は、図 3 に示したハンズフリー通話装置の直接結合抑圧部 51 とほぼ同様に構成され、既に説明したように、減算手段の出力信号に含まれる直接結合成分が最小となるようにフィルタ 512 の係数が適応更新された。

【0050】このようにして、適応更新された両装置を無音響室内で受話信号として白色雑音発振器の出力信号を A/D 変換器 13 に供給し、その時に D/A 変換器 14 から出力される送話信号を FFT アナライザにより観測した。図 11 及び図 12 は、各装置の上記適応フィルタを、タップ数が 16 タップ、32 タップ、64 タップのフィルタとしてそれぞれ構成し、係数の適応更新を行って係数が収束した後、出力される送話信号に含まれる直接結合成分の周波数特性を示している。なお、サンプリング周波数は 8 kHz、エリアシング防止用ローパスフィルタのカットオフ周波数は 3 kHz とした。

【0051】これらの測定結果により理解される通り、同程度の直接結合の抑圧効果を得るために必要とされるフィルタの次数は、本発明による方式が、従来の方式の 1/4 以下にまで低減されていることが示された。

【0052】

【発明の効果】請求項 1 に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、直接結合抑圧処理部を音響結合抑圧処理部の前段に設け、直接結合抑圧処理部で音響結合成分

分の内の直接結合成分を抑圧する構成となっているため、適応フィルタは、主に間接結合成分の抑圧に使用される。

【0053】このため、従来のように、音響結合成分全体を適応フィルタにより処理する場合に比べ、必要な適応デジタルフィルタの次数を減少させることができる。また、音響結合成分の大部分を占める直接結合成分を直接結合抑圧処理部により十分に除去することができるため、周囲の環境等の変化により間接結合成分が変動した場合であっても、安定したハウリング抑圧処理を行うことができる。

【0054】その結果、ハードウェアに求められる演算処理速度を緩和することができ、比較的安価なハードウェアにより、効果的にハウリングを抑圧することができる。即ち、安定的かつ効果的にハウリングを抑圧することができるハンズフリー通話装置を安価に提供することができる。請求項 2 に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、直接結合抑圧処理部を比較的簡単なアナログ回路により構成することができるため、ハウリングを抑圧することができるハンズフリー通話装置を安価に提供することができる。

【0055】請求項 3 に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、直接結合抑圧処理部をデジタルフィルタにより構成するため、スピーカの振動面の形状及び大きさ、2 個のマイクロフォンの音響電気変換特性の差、並びに、スピーカ及びマイクロフォンが取り付けられる筐体の形状及び大きさ等を考慮した抑圧処理を行うことができるため、直接結合成分を効果的に抑圧することができる。即ち、効果的にハウリングを抑圧することができるハンズフリー通話装置を提供することができる。

【0056】請求項 4 に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、歪み補正手段を設けることにより、直接結合抑圧処理によって生じた発話音声の歪を補正することができる。請求項 5 に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、スピーカからの距離の異なる 3 個以上のマイクロフォンの出力信号の加算により、抑圧処理を行うことができるため、簡単な構成によりハウリングを抑圧することができる。即ち、ハウリングを抑圧できるハンズフリー通話装置を安価に提供することができる。

【0057】請求項 6 に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、所定の帯域のみを通過させるアナログ・フィルタを設けることにより、適応フィルタが同定すべき帯域を限定することができるため、同定誤差を小さくすることができ、より効果的に音響結合成分を抑圧することができる。また、通話帯域以外の周囲雑音をカットすることができ、通話品質を向上させることができる。

【0058】請求項 7 に記載した本発明によるハンズフリー通話装置は、上記と同様の効果を有するとともに、

13

A/D変換器の前段に設けられているため、エリアシングを防止するためのエリアシング防止フィルタとしての機能させることができ、通常、エリアシング防止フィルタとして用いられるローパスフィルタを削減できるためより効果的に音響結合成分を抑圧するとともに、通話品質を向上させたハンズフリー通話装置を安価に提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1及び2に記載した本発明によるハンズフリー通話装置の一構成例を示す図である。

【図2】請求項1及び2に記載した本発明によるハンズフリー通話装置の筐体の外観の一例を示す図である。

【図3】請求項3に記載した本発明によるハンズフリー通話装置の一構成例を示す図である。

【図4】直接結合抑圧処理部のフィルタの係数を同定するための一構成例を示す図である。

【図5】直接結合抑圧処理部のフィルタの係数を同定するための他の構成例を示す図である。

【図6】請求項4に記載した本発明によるハンズフリー通話装置の一構成例を示す図である。

【図7】請求項5に記載した本発明によるハンズフリー通話装置の一構成例を示す図である。

【図8】請求項6に記載した本発明によるハンズフリー通話装置の一構成例を示す図である。

【図9】請求項7に記載した本発明によるハンズフリー通話装置の一構成例を示す図である。

14

【図10】送話信号の周波数スペクトル及びフィルタの周波数特性の一例を示す図である。

【図11】従来の方式を使用した場合の観測結果を示す図である。

【図12】本発明による方式を使用した場合の観測結果を示す図である。

【図13】図11の観測に使用した装置の構成を示す図である。

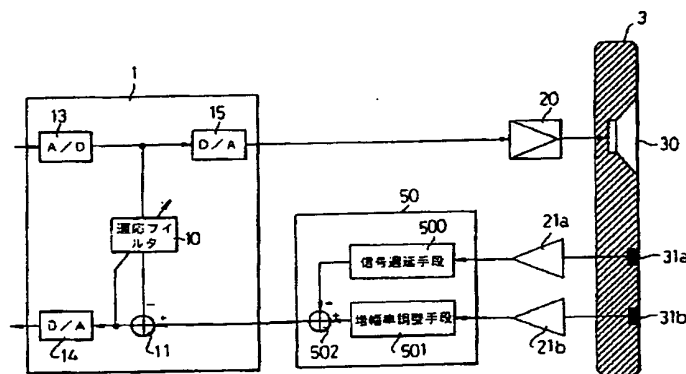
【図14】図12の観測に使用した装置の構成を示す図である。

【図15】従来の通話装置の構成を示す図である。

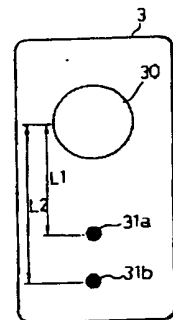
【符号の説明】

1	・・・音響結合抑圧処理部
10	・・・適応フィルタ
50、51、52	・・・直接結合抑圧処理部
3	・・・筐体
30	・・・スピーカ
31a、31b	・・・マイクロフォン
20	・・・受話信号増幅手段
21a、21b	・・・送話信号増幅手段
500	・・・信号遅延手段
501	・・・増幅率調整手段
502、513、520	・・・演算処理手段
512、7、7a、7b	・・・フィルタ
8	・・・歪み補正手段

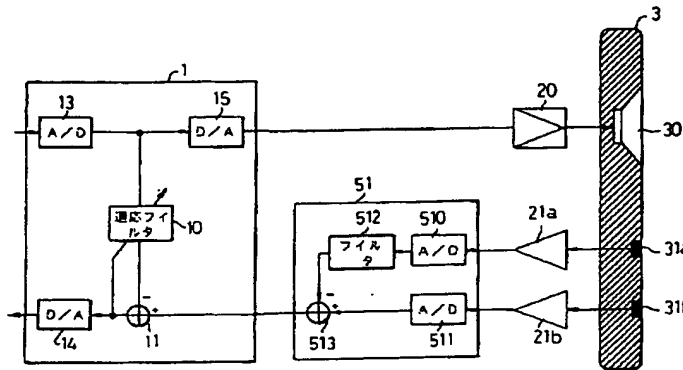
【図1】



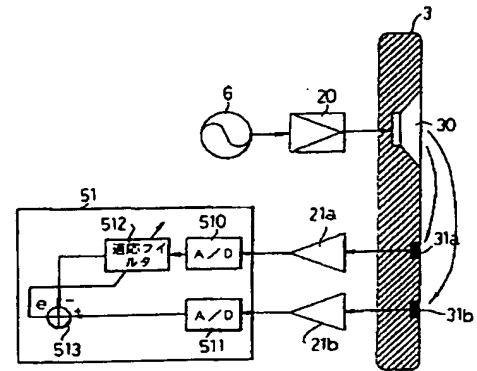
【図2】



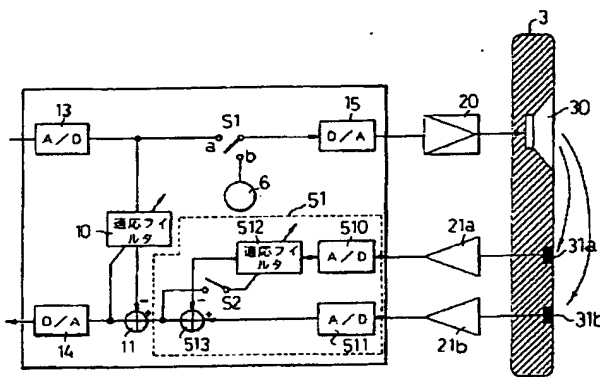
【図3】



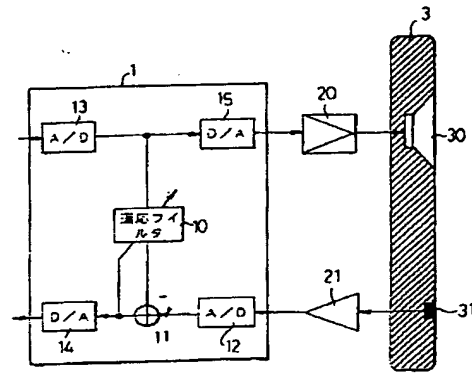
【図4】



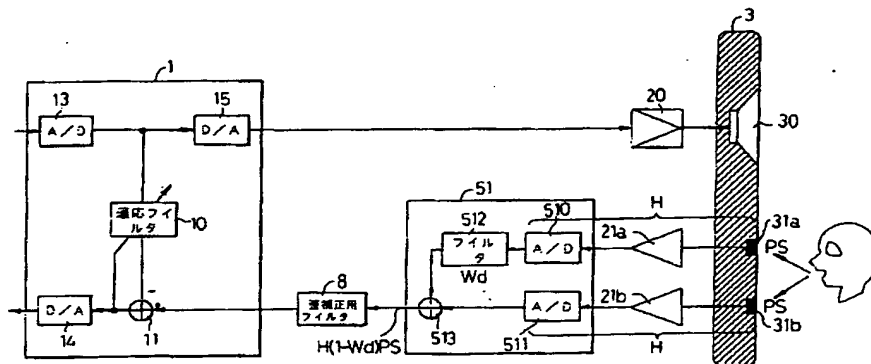
【図5】



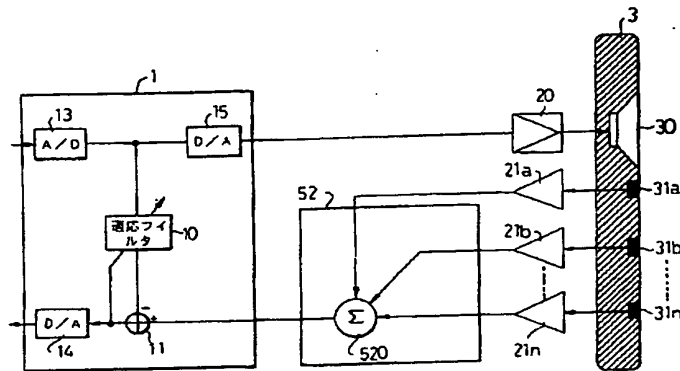
【図15】



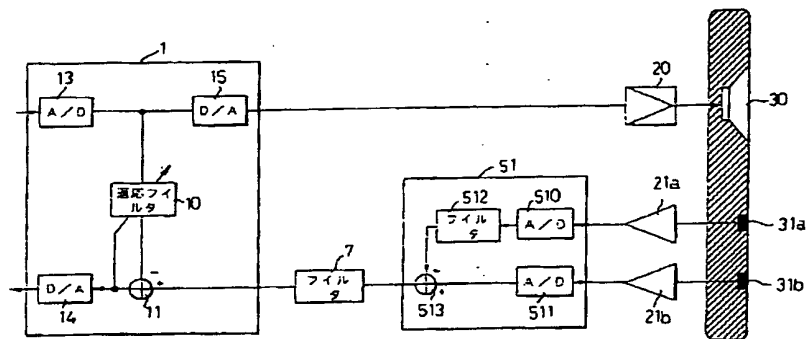
【図6】



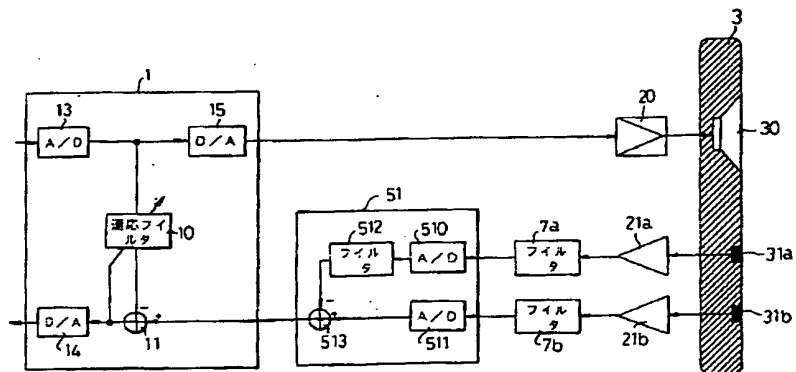
【図 7】



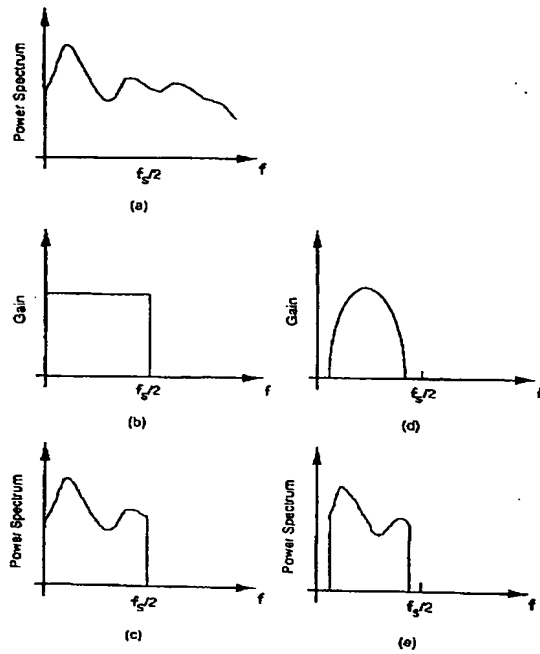
【図 8】



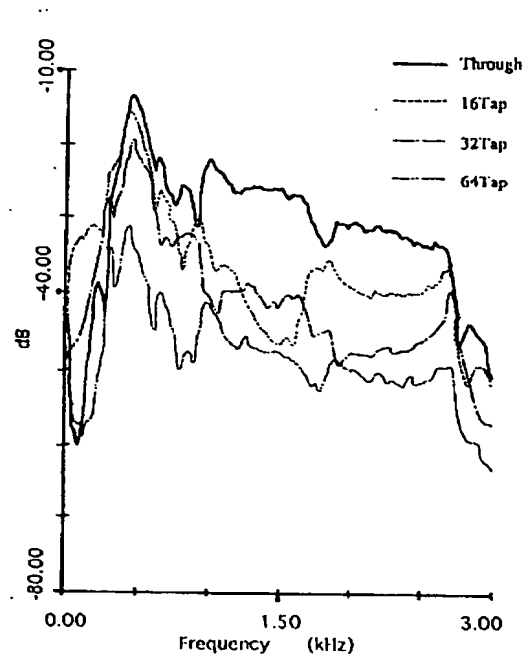
【図 9】



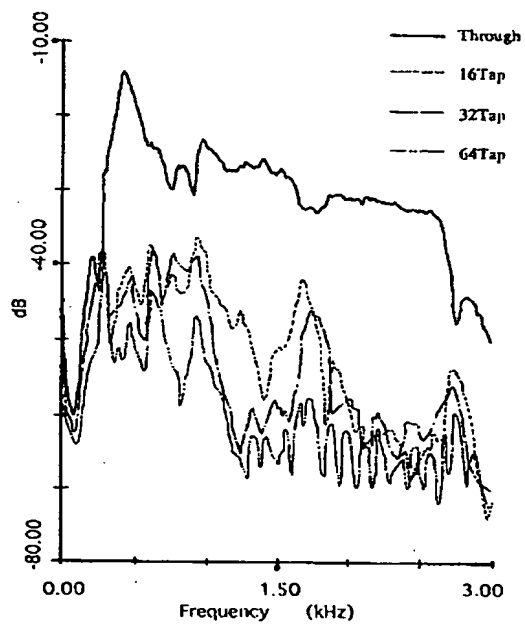
【図10】



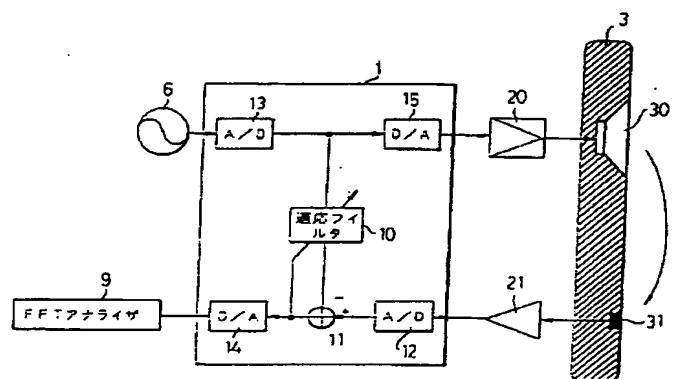
【図11】



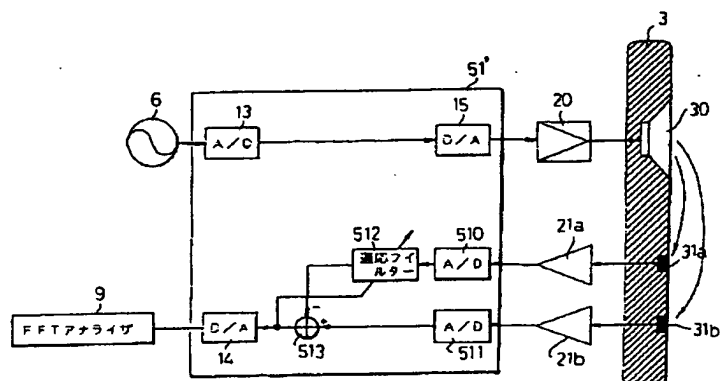
【図12】



【図13】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 田蔵 香子  
大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工  
株式会社内